

UNIDAD “xx” – INTRODUCCIÓN A LOS TRANSMISORES DE  
CAMPO y VALVULAS DE CONTROL

Profesores:

**Ing. María Susana Bernasconi**

[sbernasc@uncu.edu.ar](mailto:sbernasc@uncu.edu.ar)

[susybernasconi@gmail.com](mailto:susybernasconi@gmail.com)

**Fernando Geli**

[fernandogeli@gmail.com](mailto:fernandogeli@gmail.com)

[fernando.geli@ingenieria.uncuyo.edu.ar](mailto:fernando.geli@ingenieria.uncuyo.edu.ar)

## INTRODUCCION MEDICIÓN DE PRESION

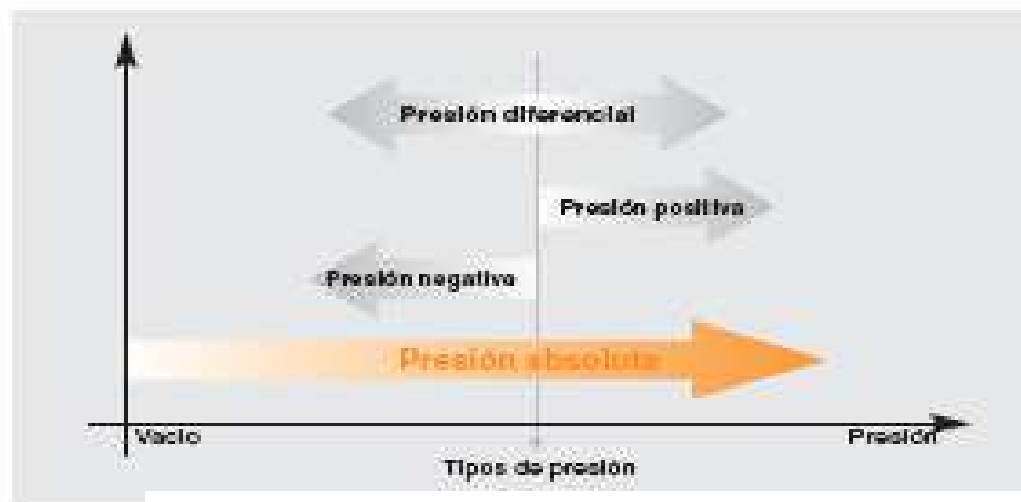
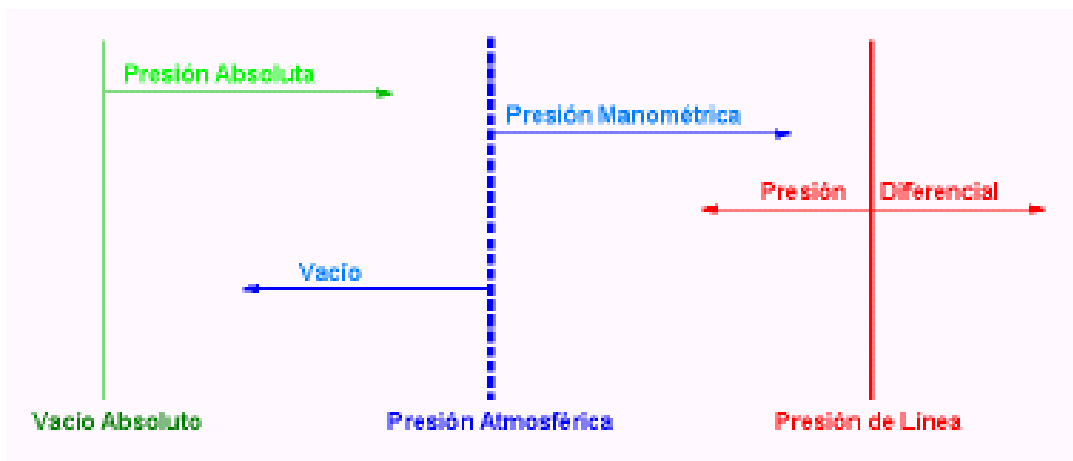
La presión absoluta se mide con relación al cero absoluto de presión. La presión atmosférica es la presión ejercida por la atmósfera terrestre medida mediante un barómetro. A nivel del mar, esta presión es próxima a 760 mm (29,9 pulgadas) de mercurio absolutos o 14,7 psi (libras por pulgada cuadrada absolutas) y estos valores definen la presión ejercida por la atmósfera estándar.

La presión relativa (manométrica o gauge en inglés) es la determinada por un elemento que mide la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica del lugar donde se efectúa la medición. Hay que señalar que al aumentar o disminuir la presión atmosférica, disminuye o aumenta respectivamente la presión leída, si bien el lo es despreciable al medir presiones elevadas.

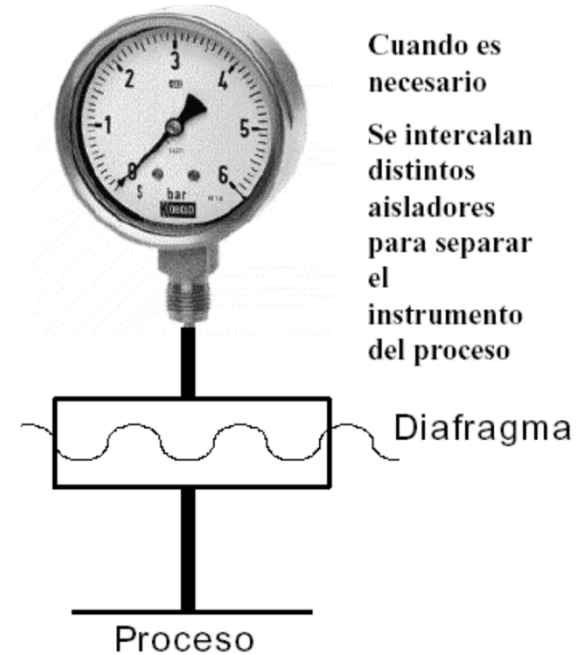
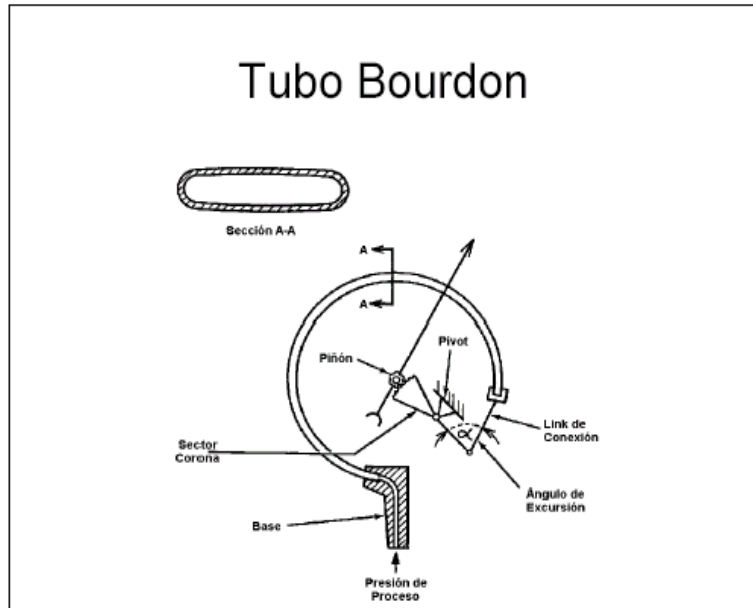
Para aclarar los conceptos anteriores y además aprovechar para introducirnos en los distintos modos de sensar las presiones, diremos que la presión se detecta esencialmente mediante elementos sensores mecánicos neumáticos, electromecánicos y electrónicos.

Aunque todos los elementos sensores de presión realmente responden a un cambio de presión diferencial a través de ellos, **los transductores** pueden ser diseñados para medir, tanto presiones absolutas, manométricas, como diferenciales, dependiendo de la presión de referencia mantenida o admitida por el elemento del lado de referencia.

## INTRODUCCION MEDICIÓN DE PRESION



## ELEMENTOS ELÁSTICOS



Los tubos de Bourdon multivuelta tienden a ser sensibles a las vibraciones; cuando en el ambiente existan vibraciones, se deben utilizar amortiguadores, utilizando amortiguación viscosa proporcionada por un fluido como el aceite de silicona. El aceite rellena una cavidad que contiene al tubo. Los efectos térmicos de la amortiguación y los aparentes cambios en la presión de referencia pueden ser contrarrestados con el uso de fuelles de expansión.

El tubo de Bourdon se usa esencialmente para medir presiones manométricas.

# TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

Un **transductor de presión**, a veces llamado transmisor de **presión**, es un **transductor** que convierte **presión** en una señal eléctrica analógica.

Normalmente los transductores de presión utilizan un elemento primario (sensor) con características elásticas, combinado con un transductor eléctrico. Este transductor eléctrico genera una señal eléctrica proporcional equivalente a la presión.

El elemento primario, puede ser:

1. 1(un) tubo Bourdon
2. 1(un) diafragma
3. 1(un) fuelle
4. 1(un) espiral
5. Combinación de los anteriores.

A través de un sistema de transmisión mecánica convierten la presión en una fuerza, o en un desplazamiento.

Los elementos electromecánicos de presión se clasifican según el principio de funcionamiento en diferentes tipos:

- Capacitivos
- Resistivos
- Magnéticos
- Extensiométricos
- Piezoeléctricos

## INTRODUCCION MEDICIÒN DE CAUDAL

Existen varios métodos para medir el caudal según sea el tipo de caudal volumétrico o másico deseado. A continuación se da una clasificación de los mismos según el principio de funcionamiento



## CAUDALÍMETROS VOLUMÉTRICOS INDIRECTOS – Presión Diferencial

### Conceptos:

La fórmula general de caudal se obtiene de la ecuación de **Bernoulli** aplicada a una tubería horizontal con una restricción en su interior, como puede observarse en la Figura 1:

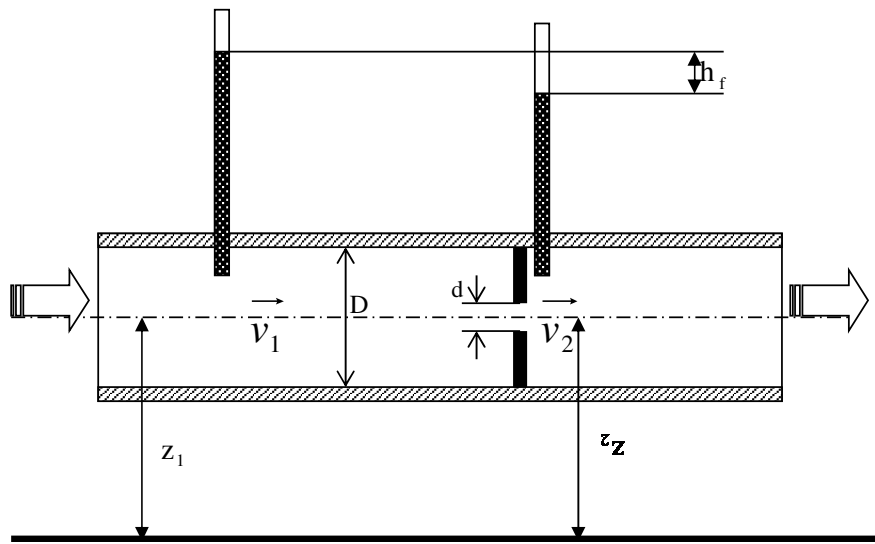


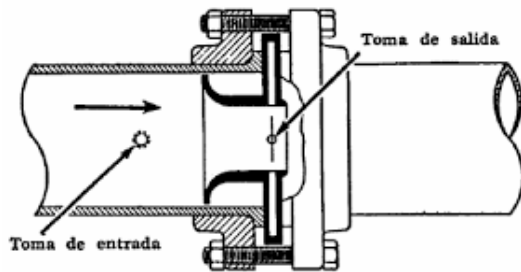
Figura 1

$$Q = K_1 \cdot d_2 \cdot F_a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_w}$$

## CAUDALÍMETROS VOLUMÉTRICOS INDIRECTOS – Presión Diferencial

### Tobera

La tobera está situada en la tubería con dos tomas, una anterior y la otra en el centro de la sección mas pequeña, figura siguiente. La tobera permite caudales 60% superiores a los de la placa orificio en las mismas condiciones de servicios.

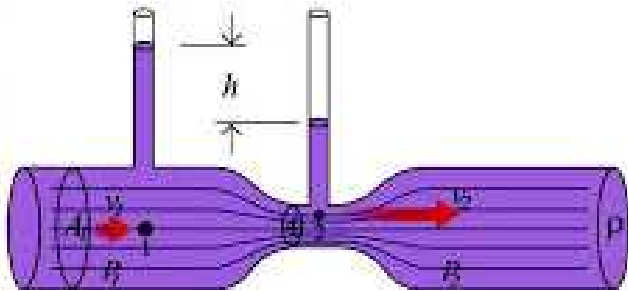


### Tubo Venturi

La **diferencia del tubo de Venturi con la placa de orificio** es que la disminución de la sección del tubo es realizada directamente por el mismo tubo.

grande de sólidos, si bien, los sólidos abrasivos influyen afectando la exactitud de la medida.

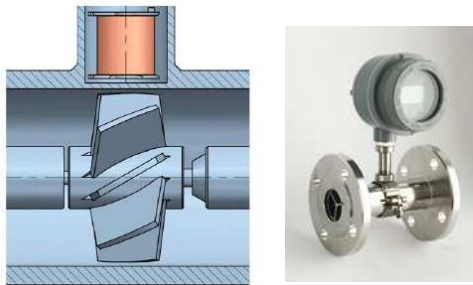
El costo del tubo de Venturi es elevado, del orden de 20 veces el de una placa orificio y su precisión es del orden de  $\pm 0.75\%$ .





## Caudalímetro de Turbina

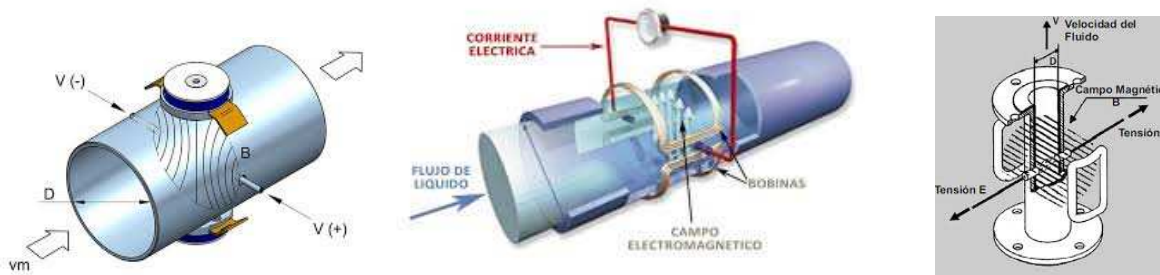
Los Caudalímetros de Turbina van provistos de una hélice que gira cuando la corriente fluida incide sobre ella. La velocidad de giro es proporcional al caudal de manera que, conocida dicha velocidad se conoce el caudal. Para determinarla se emplea un captador que genera un pulso cada vez que un aspa de la hélice pasa frente a él. De esta forma se obtiene un tren de pulsos cuya frecuencia permite determinar el caudal.



- a.- **En el de reluctancia** la velocidad viene determinada por el paso de las palas individuales de la turbina a través del campo magnético creado por un imán permanente montado en una bobina captora exterior.
- b.- **En el tipo inductivo** el rotor lleva incorporado un imán permanente y el campo magnético giratorio que se origina induce una corriente alterna en una bobina captora exterior.

## Caudalímetro Magnético

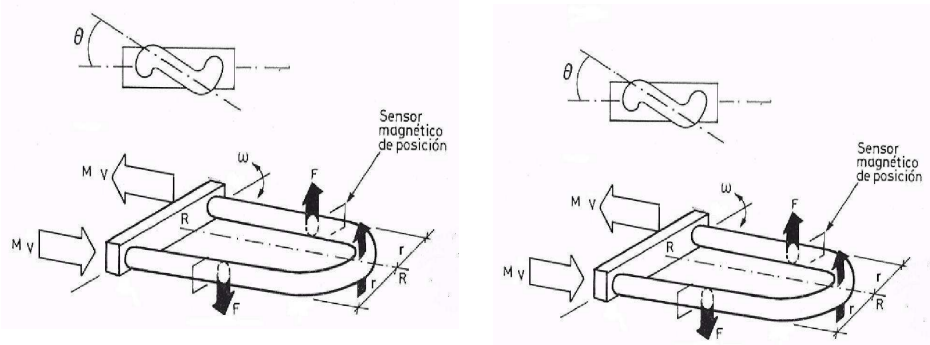
En el medidor magnético, según se desprende la Figura el conductor es el líquido y  $E_s$  la señal generada en términos de tensión, esta señal es captada por los electrodos rasantes con la superficie interior del tubo y diametralmente opuestos.



$$Q = \frac{E_s}{K_m \cdot B \cdot L} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = K \cdot \frac{E_s}{B} \cdot D$$

## CAUDALÍMETROS MASICOS

Cada caudalímetro por efecto Coriolis dispone de uno o más tubos de medición que oscilan artificialmente a causa de un excitador. Cuando un fluido pasa por el tubo de medición, se superpone una torsión a dichas oscilaciones a causa de la inercia del fluido. Dos sensores detectan este cambio en la oscilación del tubo en tiempo y espacio como "desfase". Este desfase es una medida directa del caudal másico.



$$F = 2 \cdot m \cdot \omega \cdot v$$

La fuerza F (llamada fuerza de Coriolis) estaría expresada por:

Siendo:

$m$  = masa del fluido **contenida en el tubo recto de longitud L**

en otras palabras  $m = M/L$

$\omega$  = velocidad angular (vibración 80 a 100 Hz).

$v$  = velocidad lineal del fluido, esto es  $v = L/t$ .

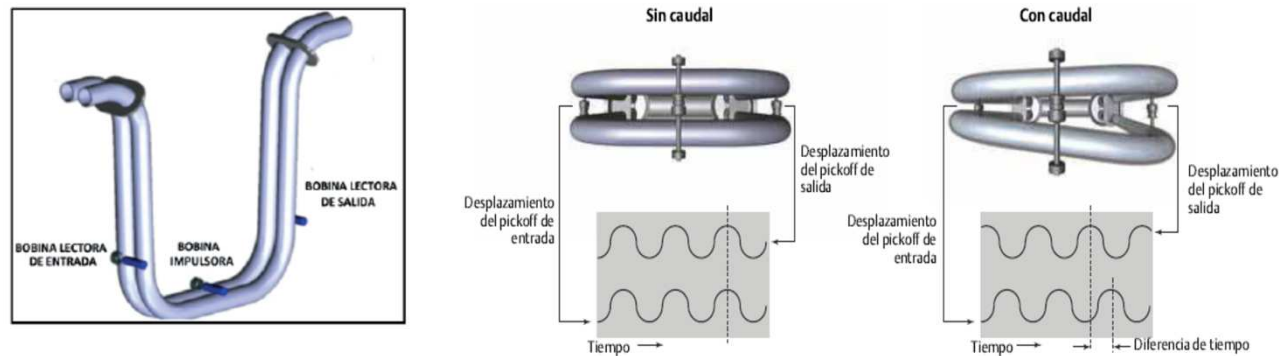
La Figura anterior da un mayor detalle de la tecnología de este medidor, comenzando por el radio  $r$  del tramo circular y el ángulo  $\theta$  de torsión del tubo por efecto del par  $M$ , que sería:

$$M = 2 \cdot F \cdot r = 4 \cdot m \cdot \omega \cdot v \cdot r = 4 \cdot \omega \cdot r \cdot W$$

## CAUDALÍMETROS MASICOS

Como la medición del ángulo es muy complicada (por la precisión), en estos caudalímetros se asocia la medición del Caudal Másico en función de la medición del tiempo (desfasaje) entre 2(dos) formas de ondas captadas por sensores independientes. La diferencia en tiempo  $\Delta t$  entre las señales de los sensores de posición está relacionada con  $\theta$  (deformación del tubo) y con la velocidad  $v$  (del fluido).

En la práctica, los caudalímetros másicos están compuestos por 2(dos) tubos en "U", según se muestra en la figura



Lo que indica que el caudal másico es sólo proporcional al intervalo de tiempo y a las constantes del tubo e independiente de las vibraciones  $\omega$ .

## INTRODUCCION MEDICIÓN DE TEMPERATURA

La medida de la temperatura constituye una de las mediciones mas comunes y mas importantes que se efectúan en los procesos industriales.

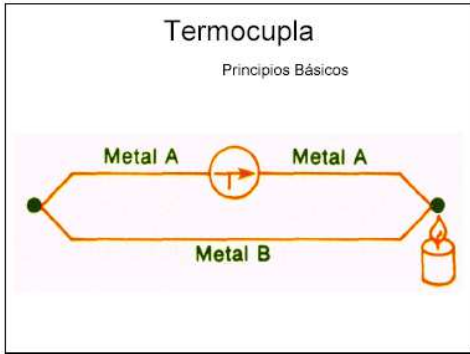
Las limitaciones del sistema de medida quedan definidas en cada tipo de aplicación por la precisión, por la velocidad de captación de la temperatura, por la distancia entre el elemento de medida y el aparato receptor y por el tipo de instrumento indicador, registrador o controlador necesarios

Es importante señalar que es esencial una comprensión clara de los distintos métodos de medida con sus ventajas y desventajas propias para lograr una selección óptima del sistema mas adecuado.

Los instrumentos de medida utilizan diversos fenómenos que son influidos por la temperatura y entre los cuales figuran:

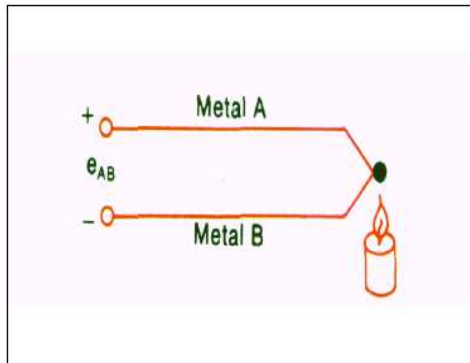
- a.- Variaciones en el volumen de sólidos, líquidos o gases.
- b.- La f.e.m creada en la unión de dos metales distintos.
- c.- Variación de la resistencia de un conductor.
- d.- Variación de la resistencia de un semi- conductor.
- e.- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo.

## MEDICIÓN DE TEMPERATURA GENERACIÓN DE UNA F.E.M. - TERMOCUPLAS



### Efecto Seebeck

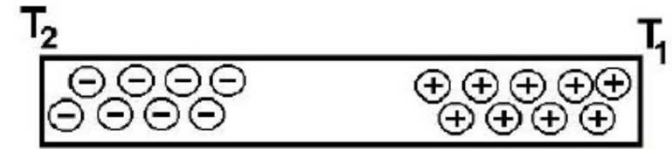
En un circuito cerrado formado por dos metales diferentes, se establecerá una corriente eléctrica si las dos uniones se mantienen a distinta temperatura.



### Efecto Peltier

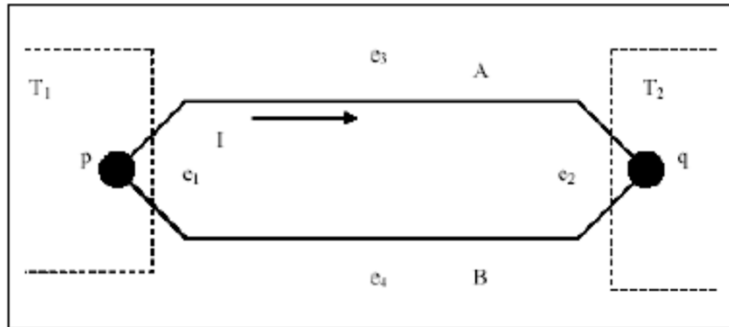
Cuando se unen dos metales diferentes, aparece una fuerza electromotriz (fem), la cual depende de la temperatura de la junta de los metales puestos en contacto, y es independiente de la forma y dimensión de los mismos”.

### Efecto Thomson



Si a lo largo de un conductor homogéneo, se crea un gradiente de temperatura, aparece una fem entre sus extremos, que depende del metal del conductor y el gradiente de temperatura a lo largo de la misma

## MEDICIÓN DE TEMPERATURA GENERACIÓN DE UNA F.E.M. - TERMOCUPLAS



Si la resistencia total del circuito es  $R$ , tendremos que:

$$I = \frac{\sum e_i}{R} = \frac{e_1 + e_2 + e_3 + e_4}{R}$$

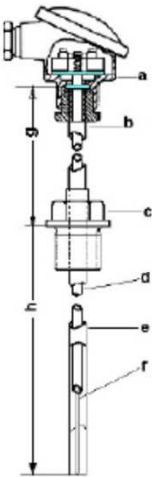
Manteniendo fija  $T_2$  (normalmente  $0^\circ\text{C}$ ) y variando  $T_1$ , la corriente que circula será, en alguna manera, representativa de  $T_1$ . Como la corriente depende de la resistencia del circuito, esta magnitud no es usada para la medición de temperatura, pues no hay relación absoluta entre temperatura y corriente.

*Por lo tanto se tomará como magnitud representativa de la temperatura la fem desarrollada, que depende solamente de los metales que forman el par y de la temperatura de las juntas.*

En las termocuplas usadas para medición de temperatura, la fem varía entre 1 y 7 milivoltios cuando la diferencia de temperatura entre juntas es de aproximadamente  $100^\circ\text{C}$ . Esos mV son medidos primariamente por un voltímetro cuya condición necesaria es que tenga impedancia de entrada infinita, esto es, que no consuma corriente del circuito cuando mide la fem generada.

- a- Electrónicamente procesada para obtener una salida en 4- 20 mA, en este caso se trataría de transmisor de temperatura.
- b.- Formar parte de un controlador de temperatura, al cual se conecta la termocupla a través de cables de extensión,

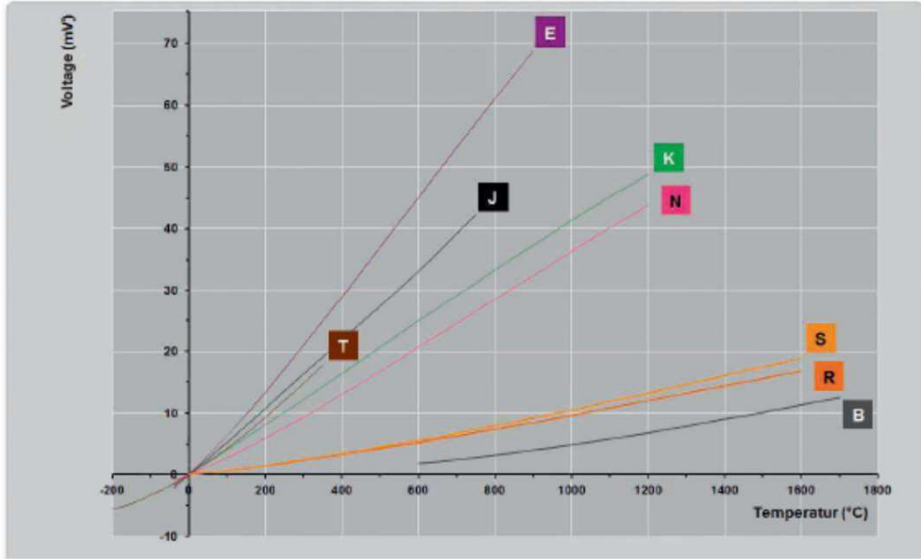
## MEDICIÓN DE TEMPERATURA GENERACIÓN DE UNA F.E.M. - TERMOCUPLAS



**Instalación**

- a.-Cabezal
- b.-Cuello
- c.-Rosca a Proceso
- d.-Aislador Cerámico
- e.-Vaina Metálica
- f.-Termocupla
- h.-Longitud de la Vaina
- g.-Longitud de del cuello

■ IEC 60584-1



TIPO DE TERMOCUPLA	RANGO DE TRABAJO	MAX. TEMP.
	°C	°C
S Platino 10% Rodio – Platino	0 a 1.550	1.700
R Platino 13% Rodio – Platino	0 a 1.600	1.700
K Cromel - Alumel	-200 a 1.250	1.300
J Hierro – Constantan	-200 a 750	900
T Cobre – Constantan	-200 a 350	600
E Cromel- Constantan	-200 a 900	1.000
B Pt 30% Rodio – Pt6% Rodio	0 a 1.700	1.800

$$T = a_0 + a_1V + a_2V^2 + a_3V^3 + \dots + a_nV^n$$

Donde

- T es la temperatura
- V es la f.e.m. de la termocupla
- a<sub>i</sub> coeficientes del polinomio
- n orden del polinomio

## MEDICIÓN DE TEMPERATURA POR VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA - RTD

La medida de temperatura utilizando sondas de resistencia depende de las características de resistencia en función de la temperatura que son propias del elemento de detección. El elemento consiste usualmente en un arrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado bobinado entre capas de material aislante y protegido con un revestimiento de vidrio o de cerámica.

El material que forma el conductor se caracteriza por el llamado «*coeficiente de temperatura de resistencia*» que expresa a una temperatura especificada, la variación de la resistencia en ohmios del conductor por cada grado que cambia su temperatura.

La relación entre estos factores puede verse en la expresión lineal siguiente:

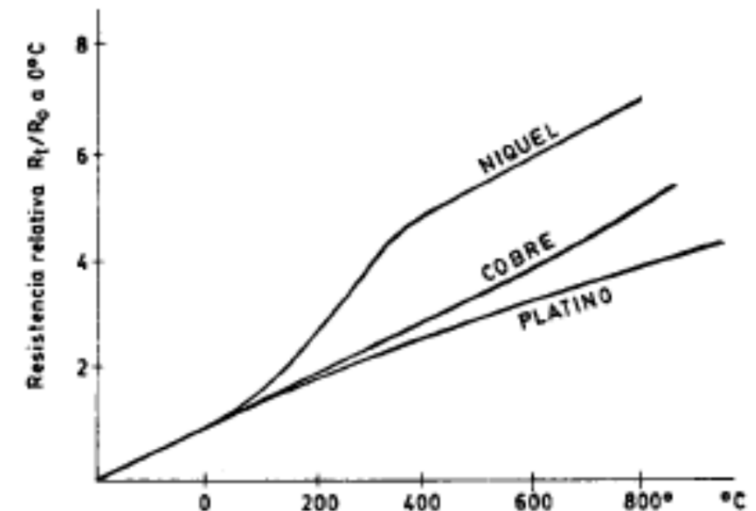
$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

En la que:

$R_0$  = resistencia en ohmios a 0°C

$R_t$  = resistencia en ohmios a la temperatura  $t$ .

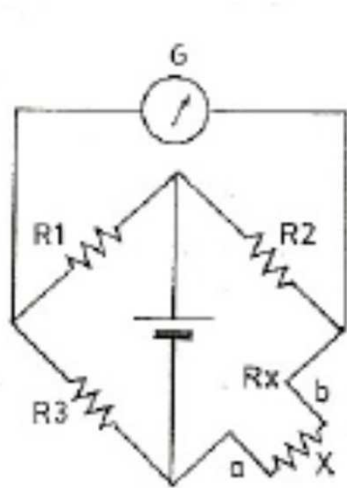
$\alpha$  = coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura.



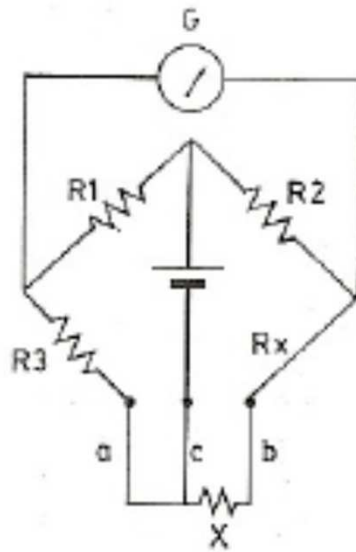


## MEDICIÓN DE TEMPERATURA POR VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA - RTD

La variación de resistencia de las sondas es medida con un puente de Wheatstone, dispuesto en montajes denominados de dos hilos, de tres hilos o de cuatro hilos



a) dos hilos



b) tres hilos

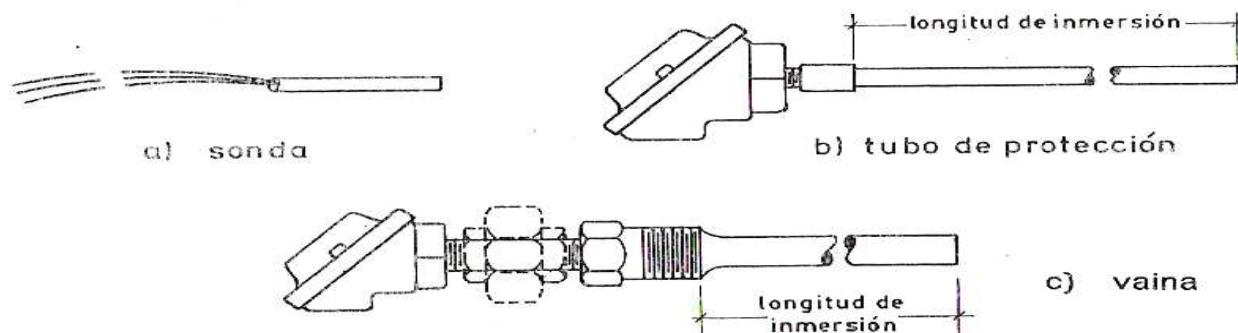
$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{x} \quad \longrightarrow \quad x = R_3 \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

## MEDICIÓN DE TEMPERATURA POR VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA - RTD

TABLA 6.1 Características de sondas de resistencia

<i>Metal</i>	<i>Resistividad</i> $\mu\Omega/\text{cm}$	<i>Coficiente temp.</i> $\Omega/\Omega, ^\circ\text{C}$	<i>Intervalo útil</i> <i>de temp.</i> $^\circ\text{C}$	$\varnothing$ <i>mín.</i> <i>de hilo</i> <i>mm</i>	<i>Coste</i> <i>relativo</i>	<i>Resis.</i> <i>sonda</i> <i>a 0° C,</i> <i>ohmios</i>	<i>Preci-</i> <i>sión</i> $^\circ\text{C}$
Platino	9,83	0,00385	— 200 a 950	0,05	Alto	25, 100, 130	0,01
Níquel	6,38	0,0063 a 0,0066	— 150 a 300	»	Medio	100	0,50
Cobre	1,56	0,00425	— 200 a 120	»	Bajo	10	0,10

Las bobinas que llevan arrollado el hilo de resistencia están encapsuladas y situadas dentro de un tubo de protección o vaina adecuado al fluido del proceso

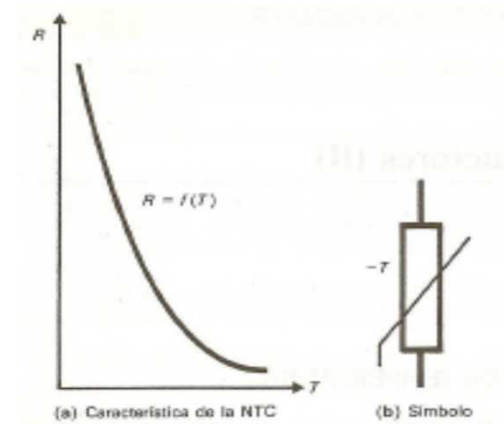


## MEDICIÓN DE TEMPERATURA POR VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA - TERMISTORES

Los termistores son semiconductores electrónicos con un coeficiente de temperatura de resistencia negativo o positivo de valor elevado, por lo que presentan unas variaciones rápidas y extremadamente grandes para los cambios relativamente pequeños en la temperatura. Existen termistores denominados NTC y PTC

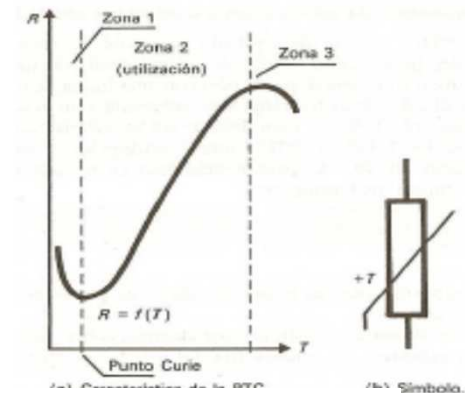
### 1.- TERMISTORES TIPO *NTC*

Resistencia dependiente de la temperatura con coeficiente negativo es decir que presentan un valor de resistencia que varía inversamente con la temperatura. Son de valor elevado, por lo que presentan unas variaciones rápidas y extremadamente grandes para los cambios relativamente pequeños en la temperatura. Los termistores NTC se fabrican con óxidos de níquel, manganeso, hierro, cobalto, cobre, magnesio, titanio y otros metales, y están encapsulados.



### 2.- TERMISTORES TIPO *PTC*

Resistencia dependiente de la temperatura con coeficiente positivo es decir que presentan un valor de resistencia que varía directamente con la temperatura. Su comportamiento se rige por la propiedad que presentan algunos cuerpos de modificar su estructura cristalina y con ella sus características físicas, cuando su temperatura sobrepasa un determinado punto crítico (punto de Curie).



## MEDICIÓN DE TEMPERATURA POR VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA - TERMISTORES

La relación entre la resistencia del termistor y la temperatura viene dada por la expresión:

$$R_t = R_0 \cdot e^{\beta \cdot \left( \frac{1}{T_t} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

Siendo:

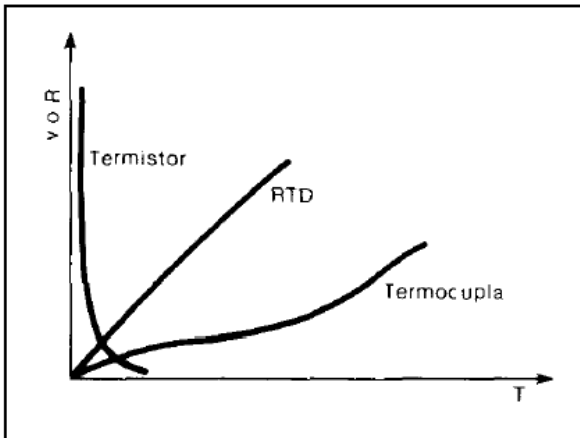
- $R_t$  = resistencia a la temperatura absoluta  $T_t$
- $R_0$  = resistencia a la temperatura absoluta de referencia  $T_0$ .
- $\beta$  = Cte. dentro de un intervalo moderado de temperaturas.

### **Nota:**

Los márgenes de utilización de los “Termistores” (**NTC y PTC**) están restringidos a valores de temperatura que no sobrepasen los 400 °C. Para aplicaciones en las que se deban manejar temperaturas mayores, se utilizan “Termopares”

# MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Cuadro comparativo , diferentes alcances y grados de linealidad



	RTD	Termistor	Termopar
Ventajas	Más estable. Más preciso. Más lineal que los Termopares.	Alto rendimiento Rápido Medida de dos hilos	Autoalimentado Robusto Económico Amplia variedad de formas físicas Amplia gama de temperaturas
Desventajas	Caro. Lento. Precisa fuente de alimentación. Pequeño cambio de resistencia. Medida de 4 hilos Autocalentable	No lineal. Rango de Temperaturas limitado. Frágil. Precisa fuente de alimentación. Autocalentable	No lineal Baja tensión Precisa referencia El menos estable El menos sensible

## INTRODUCCION MEDICIÓN DE NVEL

En la industria, la medición y control del nivel es importante, no sólo para el correcto funcionamiento del proceso, sino también para la consideración del balance adecuado de materias primas o de productos finales.

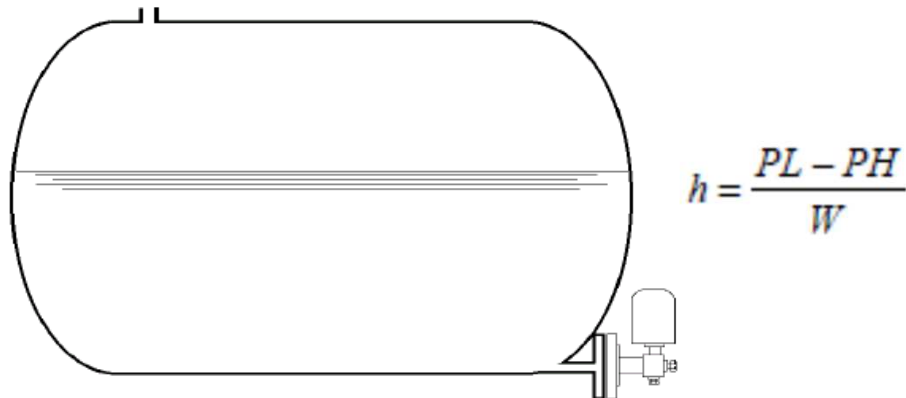
La utilización de instrumentos electrónicos con microprocesador en la medida y transmisión de las variables industriales, tales como presión, caudal, temperatura y nivel, permite añadir "inteligencia en la medida" y obtener, en el caso particular del nivel, precisiones de lectura altas, del orden del  $\pm 0,2\%$ , que se ven reflejadas en el correcto inventario de materias primas o finales o en transformación en los tanques del proceso. El transmisor de nivel "inteligente" hace posible la interpretación del nivel real (puede eliminar o compensar la influencia, en la lectura, de la espuma en flotación del tanque), la eliminación de las falsas alarmas (tanques con olas en la superficie debido al agitador de paletas en movimiento) y la fácil calibración del aparato en cualquier punto de la línea de transmisión.

Para nuestro estudio, veremos exclusivamente algunos de los principios básicos de medición de nivel:

- a.- Directamente la altura de líquido sobre una línea de referencia
- b.- Dispositivos que utilizan el empuje del propio líquido, llamado medidor de desplazamiento
- c.- Dispositivos que aprovechan la presión hidrostática, incluyendo los medidores de burbujeo.
- d.- Dispositivos que utilizan Ultrasonido
- e.- Dispositivos que aprovechan las características eléctricas del líquido.

## MEDICIÓN DE NIVEL – POR PRESIÓN HIDROSTÁTICA

### Medición por Presión Diferencial

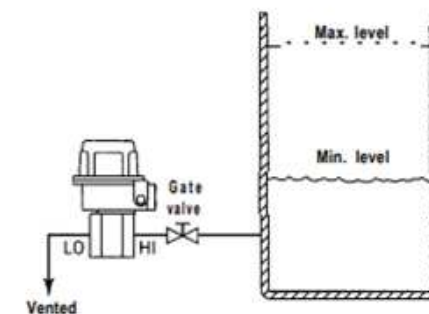
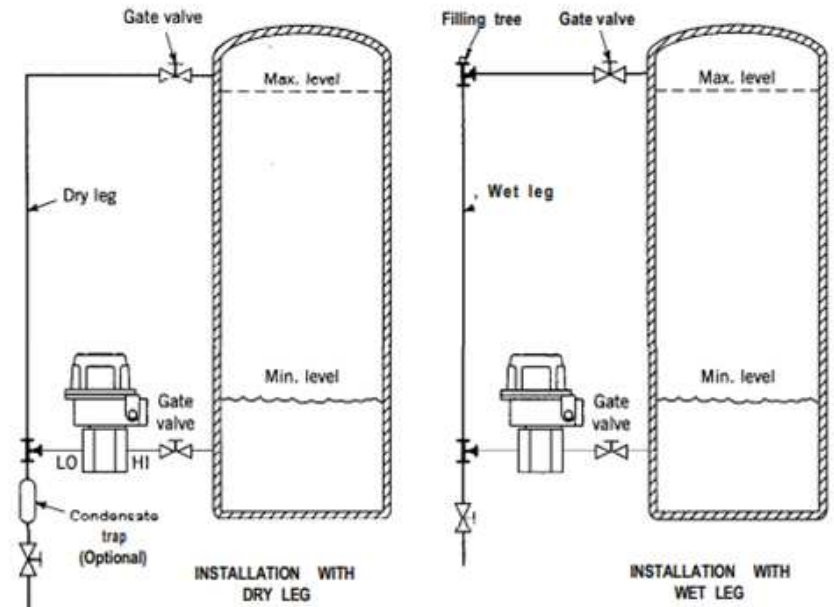


Una manera muy común de medir nivel en **forma continua** consiste en determinar la altura de columna de líquido que crea una determinada presión. Cuando se conoce el **peso específico  $W (\delta)$**  del líquido, el nivel,  **$h$** , de líquido que desarrolla una presión,  **$PL$** , relativa a la presión en la superficie  **$PH$** , viene dado por:

**Si el tanque se encuentra abierto  $PH$  es la presión atmosférica, por lo que basta medir con un instrumento de presión manométrica.**

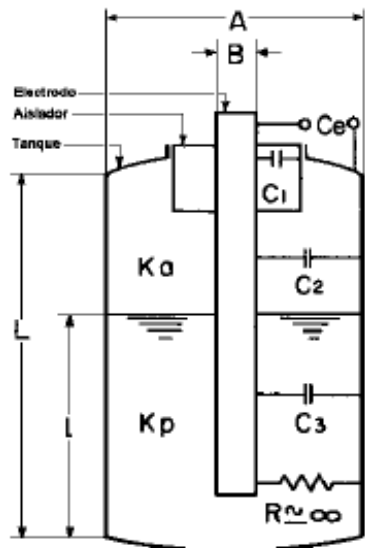
**Cuando el tanque es cerrado**, la diferencia de presión (PD) puede ser medida por un instrumento de presión diferencial, cuyas tomas se conectan a la parte superior e inferior del tanque. Aquí  $PH$  ya no es la **presión atmosférica sino la presión ejercida por el gas situado en la parte superior.**

Para un líquido, cuyo peso específico se conoce, la salida del instrumento {te proporcion

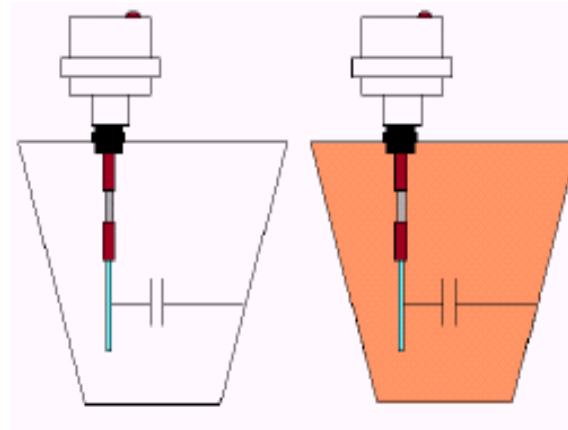


## MEDICIÓN DE NIVEL – POR LAS CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS DEL MATERIAL

### Medidor de Nivel Capacitivo



$$C_e = C_1 + C_2 + C_3 = C_1 + \frac{0.614 K_a (L-L)}{\log_{10} A/B} + \frac{0.614 K_p L}{\log_{10} A/B}$$



1. - El Detector se calibra en aire (constante dieléctrica  $K_e = 1$ )
2. - La constante dieléctrica aumenta cuando otra sustancia reemplaza el aire (un líquido o sólido)

$$\text{Capacidad} = \frac{K_e \times \text{Área de las Placas}}{\text{Distancia entre Placas}}$$

La constante dieléctrica de un líquido es usualmente diferente a la del aire o de otros gases. **Cuando uno o más pares de electrodos se sumergen en un líquido, las variaciones en dieléctrico debidas a la subida o bajada del nivel provocan cambios de la capacidad entre los pares de electrodos.** Las paredes del tanque, si son metálicas, pueden usarse como uno de los electrodos. **Este método es aplicable tanto en sensores de nivel continuos como discretos.** El elemento sensor puede configurarse como dos o cuatro tubos coaxiales, estos tubos se conectan a electrodos. Se puede utilizar una red en puente c.a. de cuatro brazos en donde los condensadores constituyen un brazo del puente



## MEDICIÓN DE NIVEL – ULTRASÓNICOS

Los medidores de nivel por ultrasonido: constan de un emisor de ondas sonoras de alta frecuencia (entre 20 y 40 kHz) que se propaga por la fase gas (no necesariamente aire) hasta que choca con el líquido o sólido, se refleja y alcanza el receptor situado en el mismo punto que el emisor.

El tiempo entre la emisión de la onda y la recepción del eco es inversamente proporcional al nivel. El tiempo depende de la temperatura por lo que hay que compensar las medidas, además hay que evitar que existan obstáculos en el recorrido de las ondas, aunque algunos medidores compensan los ecos fijos debidos al perfil del depósito. Son sensibles al estado de la superficie del líquido (espumas).

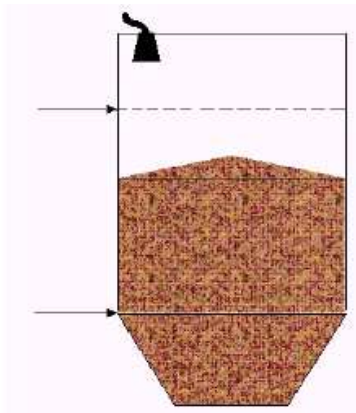
Si la geometría del depósito es conocida, se puede calcular el nivel.

### Ventajas

- Medición sin contacto ni mantenimiento
- Medición insensible a las propiedades del producto, como el valor de la constante dieléctrica o la densidad

Rango Mínimo 0,3 m

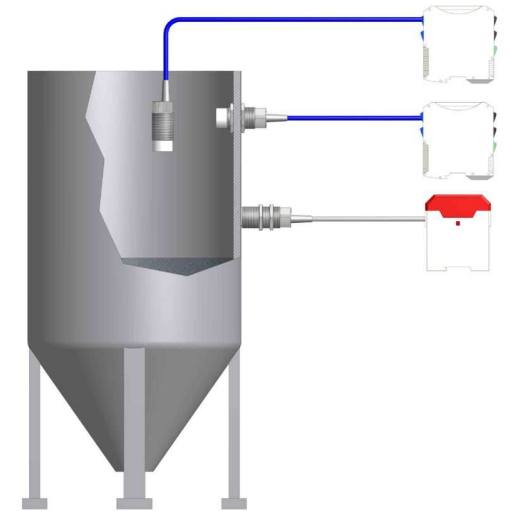
Rango Máximo 30 m  
(No se recomienda  
medir por debajo del  
límite cilíndrico)



## MEDICIÓN DE NIVEL – DETECTORES CAPACITIVOS

Tienen una composición similar a los inductivos, siendo en este caso el inductor fijo, y el capacitor el elemento sensor. Presentan una superficie expuesta al ambiente que constituye una de las placas del capacitor, que contra el ambiente posee una capacidad tal que el circuito tanque está en resonancia. Poseen un oscilador similar a los inductivos que dependiendo de la capacidad varía su frecuencia, al cambiar la geometría o el dieléctrico del capacitor.

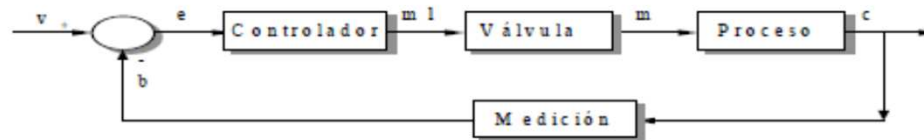
Detectan cualquier material sea magnético o no, metálico, plástico, líquido, etcétera porque varía la constante y dieléctrica. Un comparador con una frecuencia patrón ajustado mediante un potenciómetro da la salida que se amplifica.



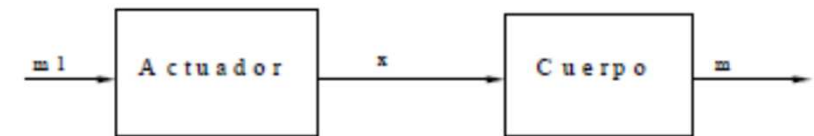
## INTRODUCCIÓN VALVULAS DE CONTROL

La válvula es un elemento final de control, ya sea automático y/o manual. Realiza la función de variar el caudal del fluido de control (líquido, gaseoso o vapor), que modifica a su vez el valor de la variable controlada, comportándose como un orificio de área continuamente variable.

De los elementos de un lazo de control, es el que mayor cantidad de energía maneja. En la siguiente figura podemos ver el diagrama en bloques de un lazo convencional de control.

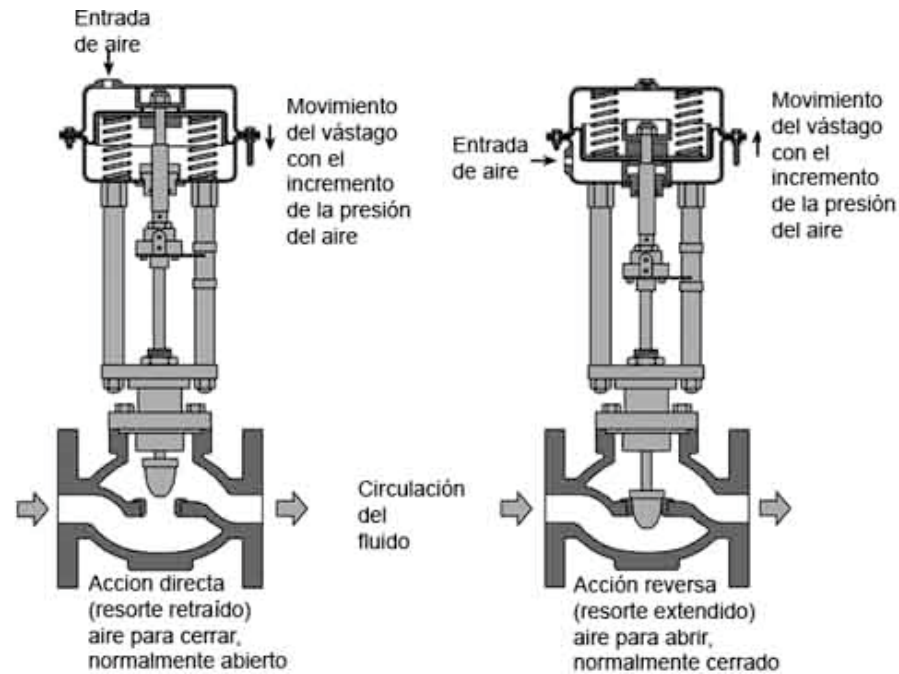
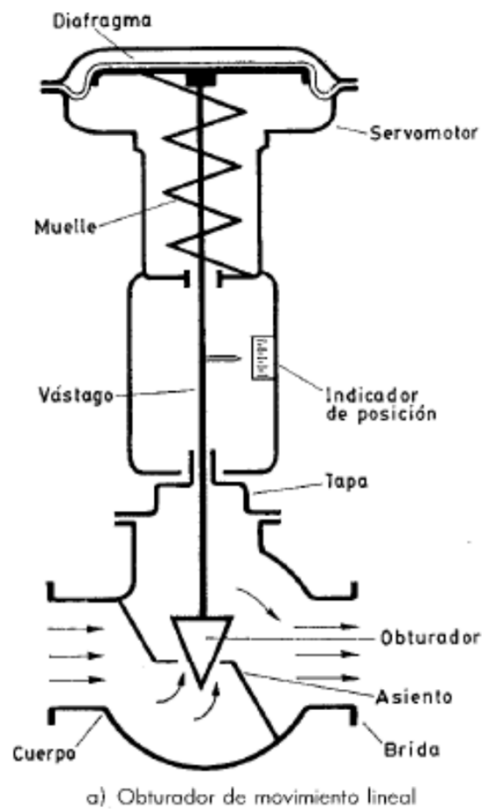


- $m_1$ : señal de entrada al llamado indistintamente actuador, servoactuador o servomotor de la válvula (normalmente una señal de 3 a 15 psig. Esta a su vez proviene de un convertidor I/P que recibe una señal de 4 a 20 mA del controlador.
- $m$  siempre será un caudal a través del cuerpo de la válvula inserta en el proceso.



Donde  $x$  : l(carrera) o grados(rotación)

## COMPONENTES DE UNA VÁLVULA DE CONTROL



Debemos tener en cuenta las posibles acciones previstas para el actuador ante falla o falta de señal:

- Que la válvula cierre- FC (fail close)
- Que la válvula abra- FO (fail open)

Esto tiene relación directa con el proceso donde la válvula está inserta, la acción debe ser tal que la planta o circuito donde se encuentra vaya a condición segura ante falta de señal.

## COMPONENTES DE UNA VÁLVULA DE CONTROL

- VALVULAS – CUERPOS

- 7) Otros tipos de movimiento lineal

- Válvulas de Compuerta

- Válvulas en Y

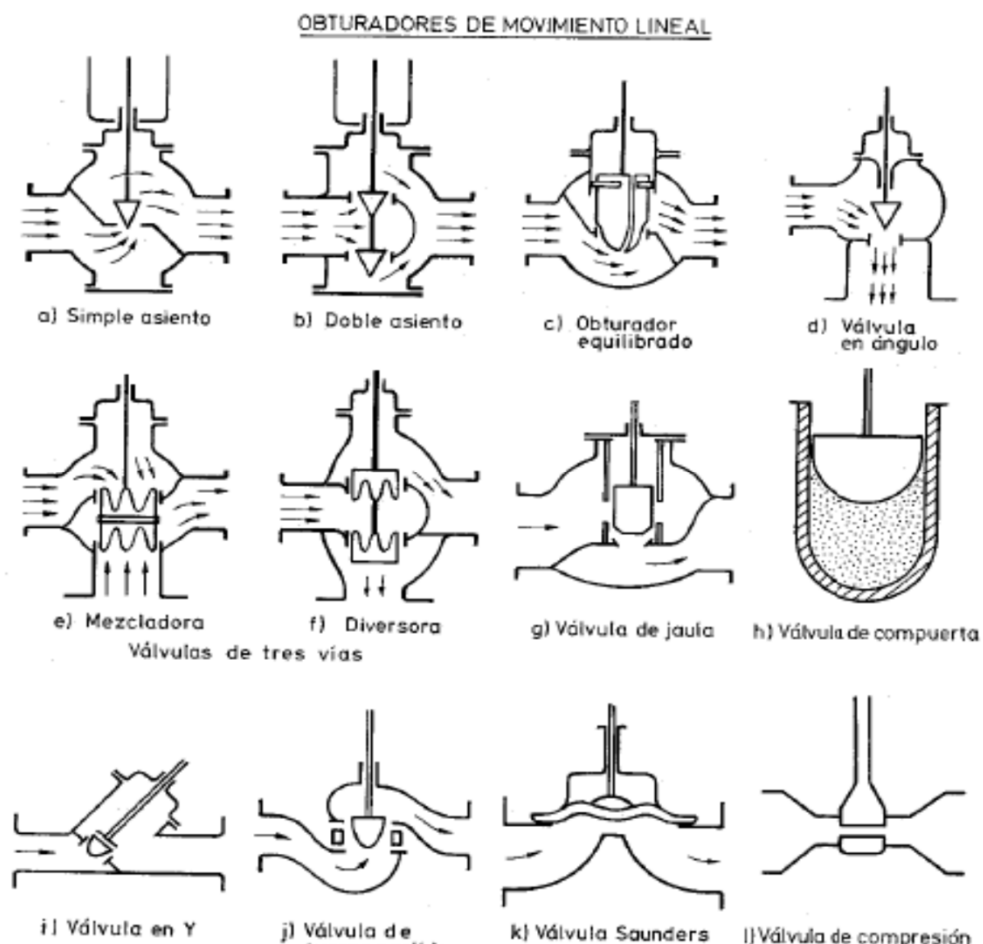
- Válvulas de tres vías o mezcladoras

- Válvula de cuerpo partido

- Válvula de compresión

- Válvula de ángulo

- Otras

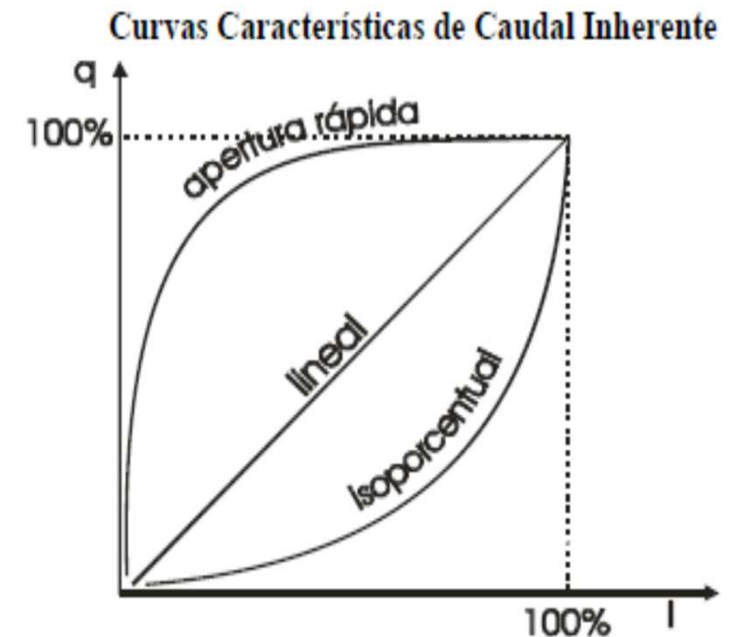


## CURVAS CARCATERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL

El conjunto asiento - obturador determina la característica de caudal de la válvula, es decir, la relación que existe entre la posición del obturador respecto del asiento determina la forma en que pasa el fluido a través de la válvula.

La característica de un **fluido incompresible** fluyendo en condiciones de **presión diferencial constante** a través de la válvula se denomina "característica de caudal inherente", y se representa usualmente considerando como abscisas la carrera del obturador de la válvula y como ordenadas el porcentaje de caudal máximo a una presión diferencial constante.

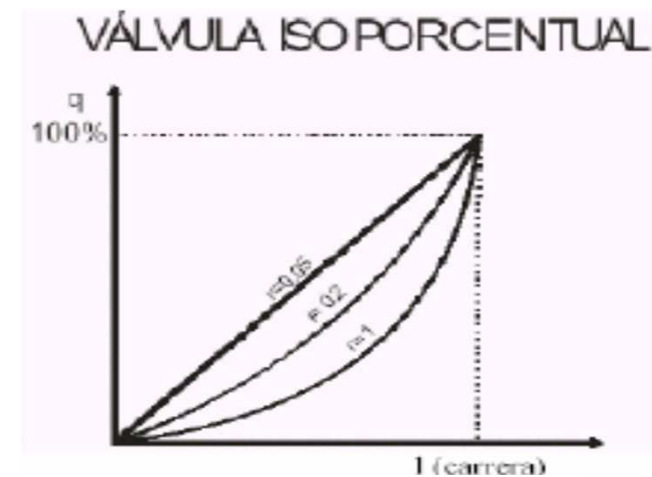
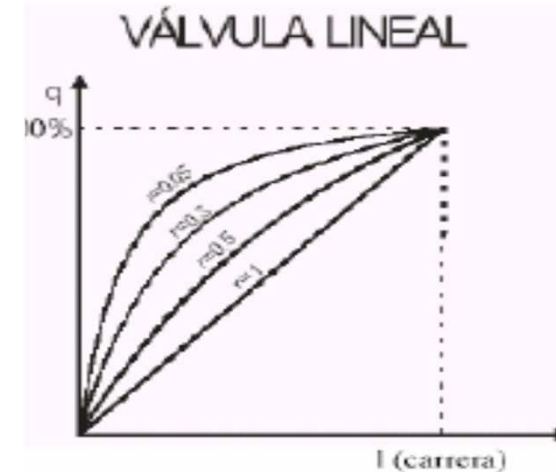
Las curvas características más significativas son: la de apertura rápida (o quick-opening), la lineal y la isoporcentual, siendo estas dos últimas las más importantes a los efectos del control regulatorio, estando la primera orientada al control tipo todo - nada.



## CURVAS CARCATERÍSTICAS DE CAUDAL EFECTIVAS LAS VÁLVULAS DE CTROL.

### *Consideraciones a tener presente en la Selección:*

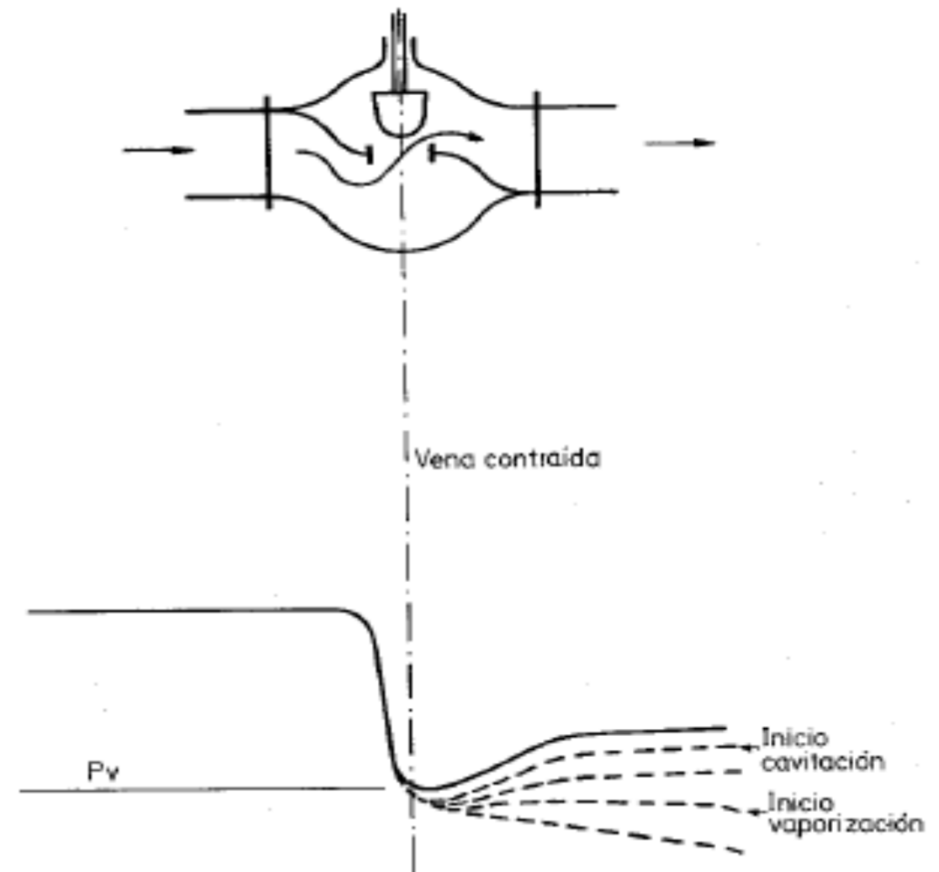
- Válvulas con características Isoporcentuales para:
  - Procesos rápidos.
  - Cuando la dinámica del sistema no se conoce muy bien.
  - Cuando se requiere alta rangeabilidad.
- Válvula con características de apertura Lineales para:
  - Procesos lentos.
  - Cuando más del 50 % de la caída de presión del sistema cae en la válvula.
- Quick-opening o apertura rápida para:
  - Control on-off.
  - Cuando la máxima capacidad de la válvula debe ser obtenida rápidamente.



## FLASHING (Vaporización) Y CAVITACIÓN

Para mantener un  $Q$  constante en las inmediaciones de la restricción, la velocidad debe incrementarse conforme disminuye el área. La velocidad máxima se alcanza en un punto inmediatamente posterior al área mínima. Este punto es conocido como vena contracta y le corresponde punto de mínima presión. Luego de la vena contracta, el líquido comienza a disminuir su velocidad y a aumenta la presión.

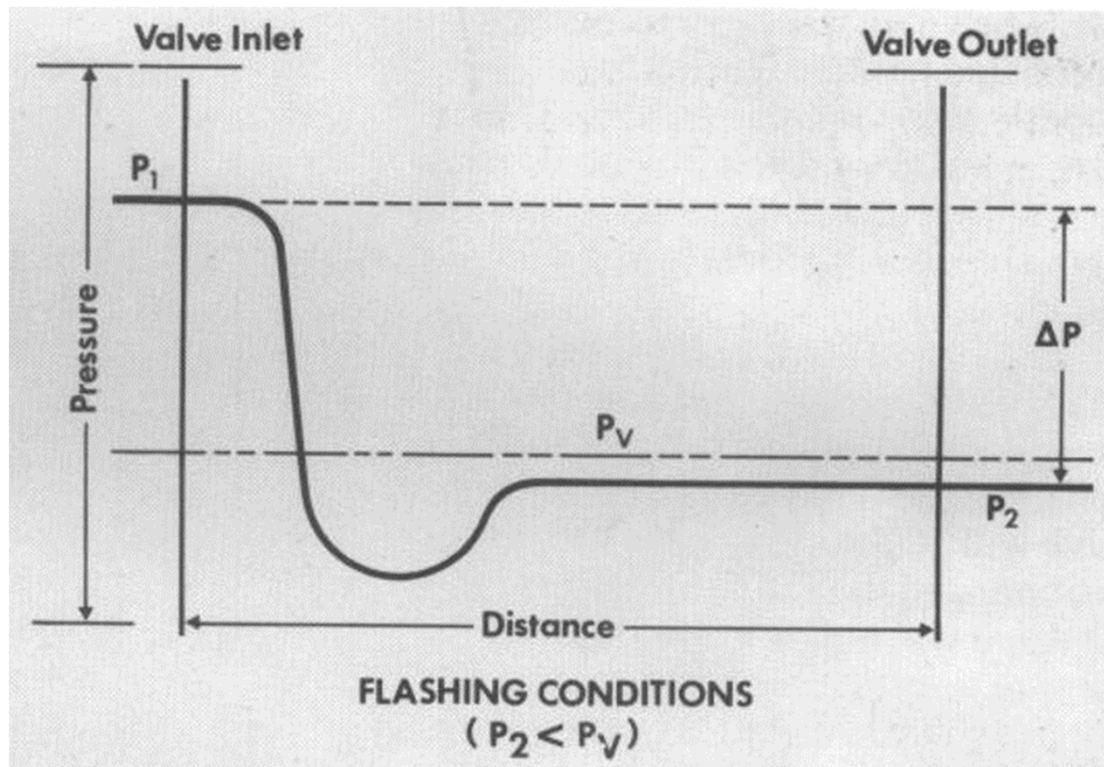
**Nota:** La **Presión de vapor** o más comúnmente presión de saturación es la presión a la que a cada temperatura las fases líquida y vapor se encuentran en equilibrio; su valor es independiente de las cantidades de líquido y vapor presentes mientras existan ambas. En la situación de equilibrio, las fases reciben la denominación de líquido saturado y vapor saturado.





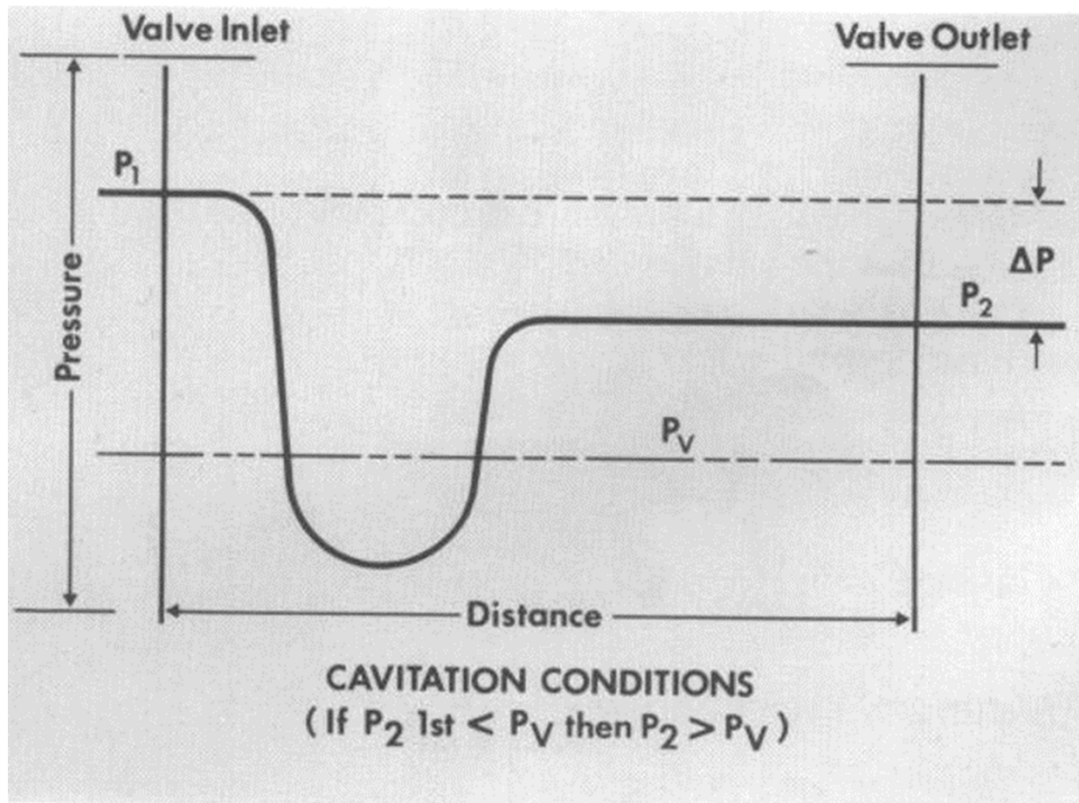
## FLASHING (Vaporización)

Si la recuperación de la **Presión** está por debajo de la **Presión de Vapor del líquido**, aparece el fenómeno de la **VAPORIZACIÓN instantánea**, y entonces tiende a disminuir el caudal (Q) dado que las burbujas entorpecen el paso del fluido e incluso pueden llegar a bloquear.



## CAVITACIÓN

Si la recuperación de la **Presión** es suficiente para elevarse por encima de la **Presión de Vapor del líquido**, entonces las burbujas empiezan a implotar y se produce el fenómeno de **CAVITACIÓN**.



## POSICIONADORES

Es un dispositivo semejante a un controlador proporcional y su función es comparar la señal de salida del controlador con la posición del vástago de la válvula, la cual se asegura mediante una realimentación mecánica, entre el vástago y el posicionador.

Si el vástago no está en la posición indicada por el controlador, con el posicionador se añade o elimina aire del actuador de la válvula hasta que se logra la posición correcta.

El posicionador tiende a eliminar o al menos minimizar los efectos de:

- Retardo en los actuadores de gran capacidad.

- Fricción del vástago debido a la empaquetadura.

- Fricción debida a fluidos viscosos o pegajosos.

- Cambios en la presión en la línea de procesos donde está instalada la válvula.

- Operación segura “al cierre” de la válvula con grandes caudales

Se rec el uso del posicionador cuando la respuesta del conjunto válvula-posicionador es mucho más rápida que el proceso mismo.

